

时距的短时保持：缩短还是变长^{*}

贾丽娜² 张志杰¹ 王丽丽²

(¹河北师范大学教育学院心理学系, 石家庄 050091) (²西南大学心理学院, 重庆 400715)

摘 要 采用 Wearden 和 Ferrara(1993)的经典方法, 分别考察了 1s 以下(350 ms~650 ms)和 1s 以上(1000 ms~2000 ms)不同类型(空、实时距)和通道(视、听)时距的短时保持效应。实验 1 发现, 不同刺激通道条件下, 1s 以下时距的短时保持都呈现出主观缩短, 其中视觉条件比听觉条件明显; 实验 2 表明, 1s 以上时距在不同刺激通道条件下都呈现出主观变长, 其中听觉条件比视觉条件明显。分析表明, 主观缩短趋势可能是由主观缩短效应和正的顺序误差效应共同作用所致, 而主观变长趋势是由主观变长效应和负的顺序误差效应造成的。

关键词 时距; 短时保持; 主观缩短; 主观变长

分类号 B842

1 前言

当我们在短时记忆中保持某些信息(数字、符号和字词等)时, 随着延迟时间的增加, 保持的信息会遗忘或消退。同样, 在记忆中保持某个时距时, 随着延迟时间的增加, 保持的时距可能也会呈现某种变化, 如主观缩短(subjective shortening)或主观变长(subjective lengthening)。对时间保持效应的研究通常采用延迟-匹配-样本程序(delayed-matching-sample procedure, DMSP)。在该程序中, 每个试验都相继呈现标准刺激和比较刺激, 操纵处于标准刺激和比较刺激之间的延迟时间, 要求被试判断比较刺激与标准刺激的长度关系。该程序的逻辑是, 如果随着延迟时间的增加, 被试更倾向于判断比较刺激长于(短于)标准刺激, 说明对标准刺激的保持呈现出主观缩短(主观变长)。

早期的动物研究发现, 时间保持呈现出主观缩短。例如, Spetch 和 Wilkie(1983)采用时间二分法, 发现动物的延迟判断产生了“选短”效应。随后, Wearden 等(Wearden & Culpin, 1998; Wearden & Ferrara, 1993; Wearden, Goodson, & Foran, 2007; Wearden, Parry, & Stamp, 2002)以人为被试, 采用 Wearden 和 Ferrara(1993)的“变动-标准”(roving-

standard)法, 发现不同刺激通道和不同刺激类型时间的短时保持都呈现出主观缩短。

与主观缩短现象相反, 一些动物研究则发现延迟判断呈现主观变长(subjective lengthening)。Santi 等人(Miki & Santi, 2001; Santi, Hornyak, & Miki, 2003; Santi, Ross, Coppa, & Coyle, 1999, Santi, Stanford, & Coyle, 1998; Santi, Weise, & Kuiper, 1995)的研究发现, 听觉-实时距、听觉-空时距和视觉-空时距的保持都呈现出“选长”效应。最近 Van Rooyen, McMillan 和 Santi(2008)研究表明, 视觉-实时距的保持也呈现出“选长”效应。另外, Droit-Volet, Wearden 和 Delgado-Yonger(2007)发现, 人类对时距的短时保持没有产生任何效应, 只降低了时间辨别的准确率。

对于时间保持效应主要存在着三种理论解释: 主观缩短假设(subjective shortening hypothesis)、相对时距假设(relative duration hypothesis)和指导语模糊假设(instructional ambiguity hypothesis), 这三个假设都是基于动物研究提出的。其中, 主观缩短假设认为随着延迟时间的增加对标准时距的记忆出现消退(Spetch & Wilkie, 1983)。后来, Spetch 和 Rusack(1989, 1992)提出相对时距假设, 认为被试的决策依赖于试验的“时间背景”(temporal back-

收稿日期: 2008-06-16

* 河北师范大学博士基金资助项目(W2007B21)

通讯作者: 张志杰, E-mail: zhangzhj_mail@yahoo.com.cn

ground), 即整个实验中的每个时距(标准刺激、标准刺激—比较刺激的延迟和试验间的间隔(intertrial, ITI))都会对要判断的时距提供一个参照。如果被试判断基于所有的时距, 当保持时距延长时总的时距也在增加, 从而使得标准时距看起来更短, 产生“选短”效应。指导语模糊假设则认为, 增加延迟时间导致延迟期间与 ITI 更为相似, 当被试作出选择反应时, 感觉到延迟时间是 ITI, 似乎曾经呈现的是 0s 的样本时距, 就产生了“选短”效应 (Zentall, 1999, 2007); 当延迟时间和 ITI 时间更可区分时, “选短”效应会减少或消除(Zentall, Klein, & Singer, 2004)。另外, 当延迟期间和刺激时距很相似时, 被试可能从标准刺激呈现开始计时到延迟时间结束才停止(Zentall & Kaiser, 2005), 判断的时距是标准刺激和延迟时间之和, 而延长延迟时间增加了总的判断时距, 使得被试倾向于选择长时距, 即“选长”效应。显然, 当把动物假设应用于解释人类时间短时记忆的效应时, 有必要进行检验和修改。

从以上可以看出, 一些研究结果表明主观缩短的存在, 而另一些却发现不同的结果。动物研究与人类研究结果之间的差异可能是物种或实验程序的不同所致, 很难将两者进行比较。通过对人类研究的比较发现, 短时保持结果的差异可能是实验方法或时距长度的不同造成的。例如, Wearden 等 (Wearden & Culpin, 1998; Wearden & Ferrara, 1993; Wearden, Goodson, & Foran, 2007; Wearden, Parry, & Stamp, 2002) 在若干研究中要求被试判断比较时距与标准时距的长度关系(相等或长短关系), 而 Droit-Volet 等人(2007)研究中的时间泛化任务只要求被试判断比较时距是否与标准时距相等。所以前者可能会更敏感地感觉到标准时距的变化。另外, 毫秒和秒以上时距加工机制的差异(Lewis & Miall, 2003a, 2003b; Rammsayer & Lima, 1991), 可能导致了两者(Wearden 等采用的是 350ms~650ms 的标准时距, 而 Droit-Volet 等采用 1200ms~2000ms 的标准时距)结果的不同。

如果避免了实验方法的不足, 1s 以上时距的短时保持呈现主观缩短, 主观变长还是仍没有任何变化呢? 为此, 本研究将采用 Wearden 和 Ferrara(1993)的经典方法对 1s 以上时距的短时保持进行检验, 该方法可以使被试更容易感觉到对标准时距记忆的变化, 从而能更准确地探测出时间短时保持的变化。另外, Droit-Volet 等人(2007)研究中只发现, 视觉—实时距条件下 1s 以上时距没有呈现短时保持

效应, 而时间估计往往存在着刺激通道效应和刺激类型效应 (Goldstone & Lhamon, 1974; Fraisse, 1964), 所以有可能在其它某些条件下(如视觉—空时距, 听觉—实时距或听觉—空时距)呈现主观缩短或主观变长效应。为了全面地检验和比较两种时距范围的保持效应, 本研究将采用不同刺激通道和不同刺激类型呈现时距。因此, 为了解决不同长度的时距是否存在不同的短时保持效应这一问题, 本研究将采用 Wearden 和 Ferrara(1993)的经典方法, 分别探讨不同刺激通道不同刺激类型条件下的 1s 以下和 1s 以上时距的短时保持效应。

2 实验 1: 1s 以下时距的短时保持

2.1 实验 1a

旨在探讨 1s 以下时距范围内听觉呈现时距的短时保持效应。

2.1.1 方法 (1) 被试 22 名本科生 (15 男 7 女) 自愿参与了本实验研究, 被试皆为右利手, 听力正常, 做完实验后给予被试适量报酬。

(2) 实验设计 采用 2(刺激类型: 实时距和空时距)×4(延迟时间: 1s, 4s, 8s 和 12s)×3(试验类型: 短试验, 等试验和长试验)的被试内设计。

(3) 实验仪器 实验采用 19 英寸戴尔显示器, 采用 E-prime 编程。视觉刺激通过显示器屏幕呈现, 刷新频率为 100Hz, 听觉刺激由电脑产生通过耳机呈现。

(4) 实验程序 实验采用延迟—匹配—样本程序。屏幕上呈现实验指导语, 被试阅读指导语, 主试给予解释, 被试理解实验任务后进入实验。在每个试验的开始, 屏幕中央呈现一个“+”符号, 被试按“0”键后“+”消失。随后呈现一个持续一段时间的标准时距。标准时距结束后, 屏幕中央将出现一个持续一段时间的“*”符号来标记延迟时间(1s, 4s, 8s 和 12s)。之后紧接着呈现一个持续一段时间的比较时距。最后屏幕上显示让被试判断比较时距短于、等于或长于标准时距的问题, 被试通过按键做出反应。对于实时距试验, 屏幕上会呈现“第二段声音短于、等于还是长于第一段声音? ‘短于’请按‘1’键, ‘等于’请按‘2’键, ‘长于’请按‘3’键”, 空时距条件下呈现类似的问题。根据被试正确反应的类别, 将实验分为短试验(比较时距短于标准时距)、等试验(比较时距等于标准时距)和长试验(比较时距长于标准时距)。等试验、短试验和长试验三种类型试验的刺激范围不同: 等试验中, 标准时距从 350ms~

650ms 之间随机选择, 比较时距与标准时距相等; 短试验中, 标准时距从 550ms~650ms 之间选择, 比较时距比标准时距短 100ms; 长试验中, 标准时距从 350ms~550ms 之间选择, 比较时距比标准时距长 100ms。

实时距条件用一段持续的白噪音(500Hz, 50dB)来表示标准时距和比较时距; 空时距条件则用两个持续 300 ms 的白噪音(1000Hz, 60dB)标记标准时距和比较时距的开始和结束, 即第一个声音消失到第二个声音刚出现之间的时间间隔为一个空时距, 声音本身持续的时间不计入时距。随机选择一半被试(11 人)先进行实时距的延迟辨别, 再进行空时距的延迟辨别, 另一半被试(11 人)反之。练习阶段, 每个组合条件(刺激类型×延迟时间×试验类型)重复 1 次, 每个被试需要做 24 次试验; 正式实验中, 每个条件重复 5 次, 每个被试需要做 120 次试验。整个实验持续约 35 分钟。

2.1.2 结果与分析 (1) 正确率 重复测量的方差分析表明, 刺激类型的主效应显著, $F(1,21)=8.73$, $p<0.01$, 被试对实时距判断的正确率显著高于空时距; 试验类型的主效应显著, $F(2,42)=3.85$, $p<0.05$; 延迟时间的主效应显著, $F(3,63)=5.37$, $p<0.01$ 。延迟时间和试验类型的交互作用显著, $F(6,126)=9.04$, $p<0.001$; 试验类型和刺激类型的交互作用显著, $F(2,42)=3.51$, $p<0.05$, 其它交互作用不显著。

对延迟时间和试验类型的交互作用进行简单效应分析表明, 短试验中, 延迟各水平正确率的差异显著, $F(3,63)=5.35$, $p<0.01$; 等试验中, 延迟水平之间的正确率差异显著, $F(3,63)=11.75$, $p<0.001$; 长试验中, 延迟水平之间的正确率也存在显著差异, $F(3,63)=6.12$, $p=0.001$ 。不同延迟时间条件下, 不同类型试验的平均正确率见图 1。

试验类型和刺激类型的交互作用与本实验目的无关, 所以没有进一步分析。

(2) 错误数 为了进一步验证时间的短时保持效应, 对等试验中的错误数进行了分析。2(刺激类型: 实时距和空时距)×4(延迟时间: 1s, 4s, 8s 和 12s)×3(错误类型: “短”错误和“长”错误)的重复测量的方差分析表明, 延迟时间的主效应显著, $F(3,63)=11.12$, $p<0.001$; 刺激类型的主效应不显著, $F(1,21)=0.00$, $p>0.1$; 错误类型的主效应不显著, $F(1,21)=0.90$, $p>0.1$; 错误类型和延迟时间的交互作用显著, $F(3,63)=10.58$, $p<0.001$; 刺激类型和错误类型的交互作用显著, $F(1,21)=5.33$, $p<0.05$; 延迟时间、

错误类型和刺激类型三者交互作用显著, $F(3,63)=7.13$, $p<0.001$ 。

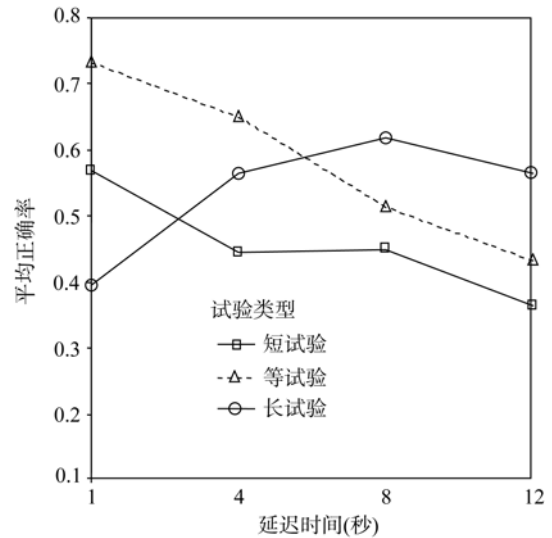


图 1 听觉条件下延迟时间和试验类型的交互作用

对延迟时间、错误类型和刺激类型三者交互作用的简单效应分析发现, 实时距条件下, 延迟时间各水平的平均“短”错误数(错误地判断比较时距短于标准时距)的差异不显著, $F(3,63)=2.29$, $p>0.05$; 延迟时间各水平“长”错误的平均数差异显著, $F(3,63)=18.97$, $p<0.001$ 。空时距条件下, 延迟时间各水平“短”错误的平均数差异不显著, $F(3,63)=1.71$, $p>0.1$; 延迟时间各水平“长”错误的平均数差异显著, $F(3,69)=8.74$, $p<0.001$ 。不同刺激类型条件下, 两种错误类型的错误数变化分别见图 2 和图 3。

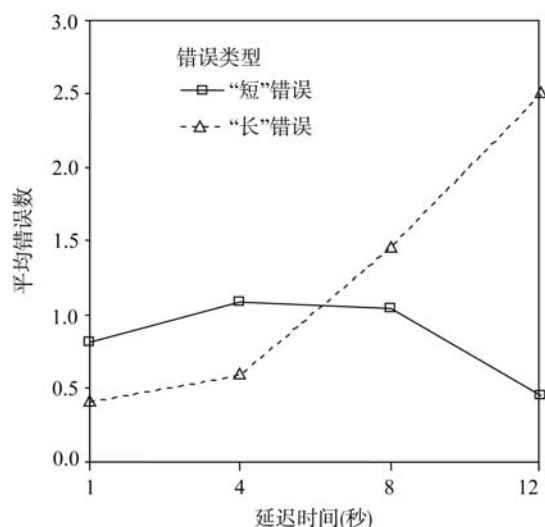


图 2 听觉条件下实时距保持的平均错误数

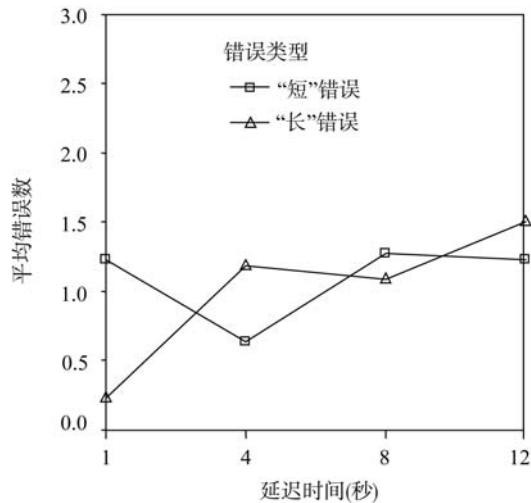


图3 听觉条件下空时距保持的平均错误数

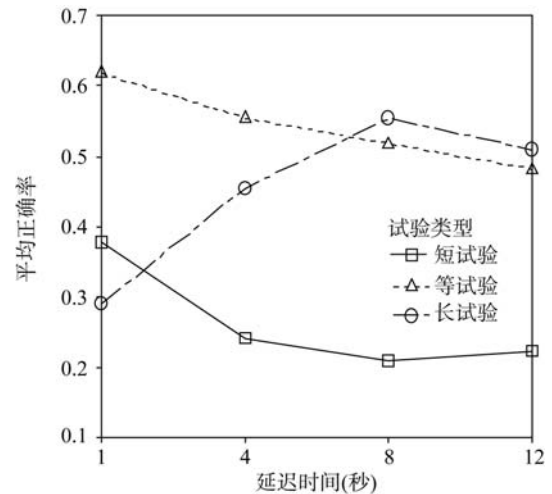


图4 视觉条件下延迟时间和试验类型的交互作用

2.2 实验 1b

旨在探讨 1s 以下时距范围内视觉呈现时距的短时保持效应。

2.2.1 方法 (1) 被试 22 名本科生(10 男 12 女)自愿参与了本实验研究,被试皆为右利手,视力或矫正视力正常,做完实验后给予被试适量报酬。

(2) 实验设计 同实验 1a

(3) 实验仪器 同实验 1a

(4) 实验程序

基本与实验 1a 相同。不同之处如下:

实时距类型用一个浅蓝色正方形(2cm×2cm)的持续时间来表示标准时距和比较时距;空时距类型用两个持续 300ms 的浅蓝色正方形(2cm×2cm)分别标记时距的开始和结束,即第一个正方形消失到第二个正方形刚呈现之间的时间间隔为一个空时距,正方形本身持续的时间不计入时距中。

2.2.2 结果与分析 (1) 正确率 重复测量的方差分析表明,刺激类型的主效应不显著, $F(1,21)=2.96$, $p>0.05$; 试验类型的主效应显著, $F(2,42)=37.84$, $p<0.001$; 延迟时间的主效应不显著, $F(3,63)=0.49$, $p>0.1$; 延迟时间和试验类型的交互作用显著, $F(6,126)=11.28$, $p<0.001$; 其它交互作用均不显著。

对延迟时间和试验类型的交互作用的简单效应检验表明,短试验中,延迟时间各水平的正确率存在显著差异, $F(3,63)=6.84$, $p<0.001$; 等试验中,延迟各水平之间的正确率存在显著差异, $F(3,63)=3.15$, $p<0.05$; 长试验中,延迟水平之间正确率也存在显著差异, $F(3,63)=16.60$, $p<0.001$ 。不同延迟时间条件下,不同类型试验的平均正确率见图 4。

(2) 错误数 为了进一步验证时间的短时保持效应,对等试验中的错误数进行了分析。重复测量的方差分析表明,延迟时间的主效应显著, $F(3,63)=3.51$, $p<0.05$; 刺激类型的主效应不显著, $F(1,21)=0.55$, $p>0.1$; 错误类型的主效应显著, $F(1,21)=29.47$, $p<0.001$; 延迟时间和错误类型的交互作用显著, $F(3,63)=11.74$, $p<0.001$, 其它交互作用不显著。

对延迟时间和错误类型交互作用的简单效应检验表明,“短”错误类型中,延迟时间各水平的正确率存在显著差异, $F(3,63)=3.54$, $p<0.05$; “长”错误类型中,延迟各水平之间的正确率也存在显著差异, $F(3,63)=12.61$, $p<0.001$ 。不同延迟时间条件下,两种错误类型的平均错误数见图 5。

实验一中,实验 1a(听觉呈现)的结果表明,随着延迟时间的增加,长试验的正确率显著增加,等

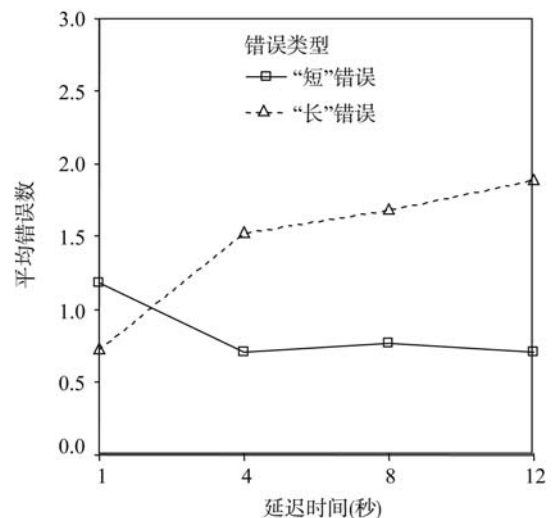


图5 视觉条件下延迟时间和错误类型的交互作用

试验和短试验的正确率都显著降低,且等试验中“长”错误数显著增加,呈现出主观缩短。结果还发现,实时距条件的平均正确率显著高于空时距条件。实验 1b(视觉呈现)的结果表明,随着延迟时间的增加,长试验的正确率显著增加,等试验和短试验的正确率显著降低,且等试验中“长”错误数显著增加,“短”错误数呈现显著减少,非常明显地表现出主观缩短。因此,实验 1 结果表明,不同刺激通道条件下,1s 以下时距的短时保持呈现主观缩短,其中,视觉呈现似乎更为明显。

3 实验 2: 1s 以上时距的短时保持

3.1 实验 2a

旨在探讨 1s 以上时距范围内听觉呈现时距的短时保持效应。

3.1.1 方法 (1) 被试 24 名本科生和研究生(11 男 13 女)自愿参与了本实验研究,被试皆为右利手,听力正常,做完实验后给予被试适量报酬。

(2) 实验设计 同实验 1a

(3) 实验仪器 同实验 1a

(4) 实验程序

与实验 1a 基本相同,不同之处如下:

选取的时距范围不同。等试验中,标准时距从 1000ms~2000ms 之间随机选择,比较时距与标准时距相等;短试验中,标准时距从 1350ms~2000ms 之间选择,比较时距比标准时距短 350ms;长试验中,标准时距从 1000ms~1650ms 之间选择,比较时距比标准时距长 350ms。

3.1.2 结果与分析 (1) 正确率 重复测量的方差分析表明,刺激类型的主效应显著, $F(1,23)=20.90$, $p<0.001$, 被试对实时距判断的正确率显著高于空时距;试验类型的主效应显著, $F(2,46)=9.83$, $p<0.001$;延迟时间的主效应显著, $F(3,69)=7.58$, $p<0.001$ 。延迟时间和试验类型的交互作用显著, $F(6,138)=7.25$, $p<0.001$;延迟时间和刺激类型的交互作用显著, $F(3,69)=3.66$, $p<0.05$;试验类型和刺激类型的交互作用显著, $F(2,46)=9.73$, $p<0.001$ 。

对延迟时间和试验类型的交互作用进行简单效应分析表明,短试验中,延迟各水平正确率的差异刚刚达到显著, $F(3,69)=2.65$, $p=0.05$;等试验中,延迟水平之间的正确率存在显著差异, $F(3,69)=6.36$, $p=0.001$;长试验中,延迟水平之间的正确率也存在显著差异, $F(3,69)=13.87$, $p<0.001$ 。不同延迟时间条件下,不同类型试验的平均正确率见图 6。

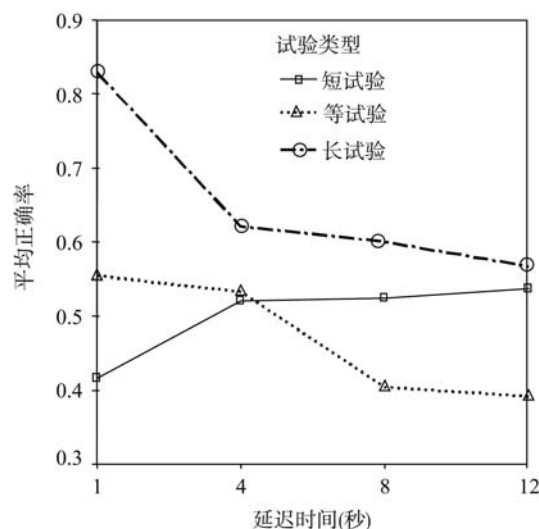


图 6 听觉条件下延迟时间和试验类型的交互作用

延迟时间和刺激类型的交互作用以及试验类型和刺激类型的交互作用与本实验目的无关,所以没有进一步分析。

(2) 错误数 为了进一步验证时间的短时保持效应,对等试验中的错误数进行了分析。重复测量的方差分析表明,刺激类型的主效应不显著, $F(1,23)=0.05$, $p>0.05$;错误类型的主效应不显著, $F(1,23)=2.82$, $p>0.05$;延迟时间的主效应显著, $F(3,69)=7.21$, $p<0.001$;延迟时间和错误类型的交互作用显著, $F(3,69)=10.49$, $p<0.001$;延迟时间、错误类型和刺激类型三者交互作用刚刚达到显著, $F(3,69)=2.69$, $p=0.05$ 。

对延迟时间、错误类型和刺激类型三者交互作用的简单效应分析发现,实时距条件下,延迟时间各水平“短”错误的平均数差异显著, $F(3,69)=11.88$, $p<0.001$;延迟时间各水平“长”错误的平均数差异也达到显著, $F(3,69)=3.03$, $p<0.05$ 。空时距条件下,延迟时间各水平“短”错误的平均数差异显著, $F(3,69)=10.18$, $p<0.001$;延迟时间各水平“长”错误的平均数差异不显著, $F(3,69)=2.56$, $p>0.05$ 。不同刺激类型条件下,两种错误类型的平均错误数见图 7, 图 8。

3.2 实验 2b

旨在探讨 1s 以上时距范围内视觉呈现时距的短时保持效应。

3.2.1 方法 (1) 被试 24 名本科生和研究生(10 男 14 女)自愿参与了本实验研究,被试皆为右利手,视力或矫正视力正常,做完实验后给予被试适量报酬。

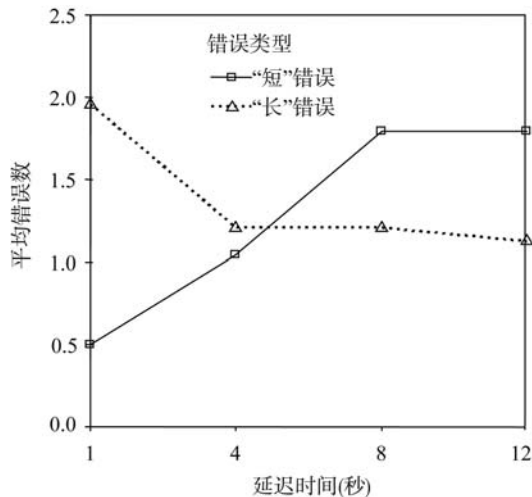


图7 听觉条件下实时距保持的平均错误数

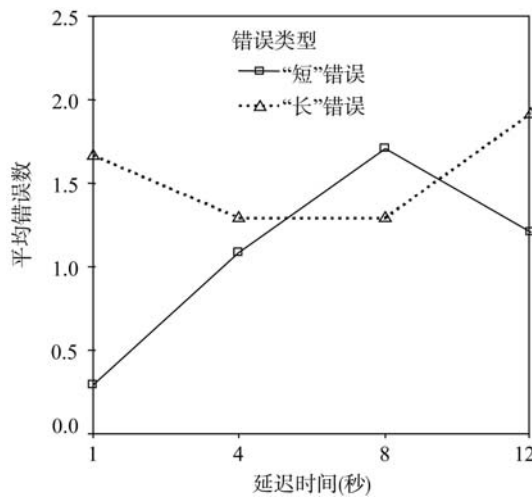


图8 听觉条件下空时距保持的平均错误数

(2) 实验设计 同实验 1a

(3) 实验仪器 同实验 1a

(4) 实验程序 与实验 1b 基本相同, 不同之处如下:

时距刺激的范围不同。等试验中, 标准时距从 1000ms~2000ms 之间随机选择, 比较时距与标准时距相等; 短试验中, 标准时距从 1350ms~2000ms 之间选择, 比较时距比标准时距短 350ms; 长试验中, 标准时距从 1000ms~1650ms 之间选择, 比较时距比标准时距长 350ms。

3.2.2 结果与分析 (1) 正确率 重复测量的方差分析表明, 刺激类型的主效应不显著, $F(1,23)=0.01, p>0.05$; 试验类型的主效应显著, $F(2,46)=9.73, p<0.001$; 延迟时间的主效应不显著, $F(3,69)=0.08, p>0.05$; 延迟时间和试验类型的交互作用显著,

$F(6,138)=4.06, p<0.05$; 试验类型和刺激类型的交互作用刚达到显著, $F(2,46)=3.26, p=0.05$ 。

对延迟时间和试验类型的交互作用的简单效应检验表明, 短试验中, 延迟时间各水平的正确率存在显著差异, $F(3,69)=5.61, p<0.05$; 等试验中, 延迟各水平之间的正确率不存在显著差异, $F(3,69)=1.22, p>0.05$; 长试验中, 延迟水平之间正确率的差异不显著, $F(3,69)=1.83, p>0.05$ 。不同延迟时间条件下, 不同类型试验的平均正确率见图 9。

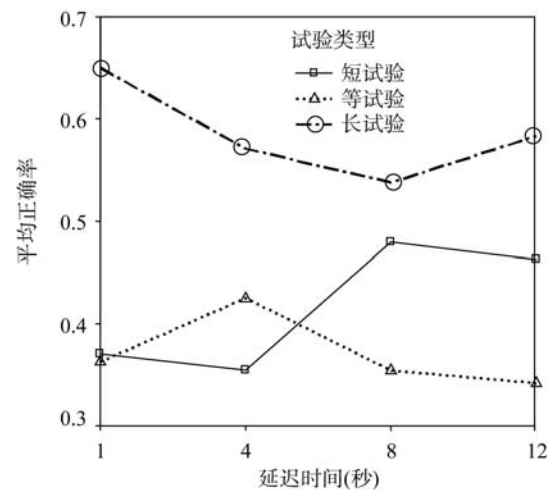


图9 视觉条件下延迟时间和试验类型的交互作用

(2) 错误数 为了进一步验证时间短时保持的效应, 对等试验中的错误数进行了分析。重复测量的方差分析表明, 刺激类型的主效应刚刚达到显著, $F(1,23)=4.34, p=0.05$; 错误类型的主效应显著, $F(1,23)=6.81, p<0.05$; 延迟时间的主效应不显著, $F(3,69)=1.16, p>0.05$; 延迟时间和错误类型的交互作用刚刚达到显著, $F(3,69)=2.79, p=0.05$ 。

对延迟时间和错误类型的交互作用进行简单效应分析表明, 延迟水平之间“短”错误的平均数不存在显著差异, $F(3,69)=1.47, p>0.05$; 延迟水平之间“长”错误的平均数存在显著差异, $F(3,69)=3.31, p<0.05$ 。不同延迟时间条件下, 两种错误类型的平均错误数见图 10。

实验 2 中, 实验 2a(听觉呈现)的结果表明, 随着延迟时间的增加, 短试验的正确率显著增加, 等试验和长试验的正确率显著降低, 且等试验的“短”错误数显著增加, 实时距条件下的“长”错误数显著减少, 呈现出主观变长。结果还发现, 实时距条件的平均正确率显著高于空时距条件。实验 2b(视觉呈现)的结果表明, 随着延迟时间的增加, 短试验

的正确率显著增加,等试验中,“长”错误数显著减少,呈现出主观变长。因此,实验 2 结果表明,不同刺激通道条件下,1s 以上时距的短时保持呈现出主观变长,听觉呈现比视觉呈现更为明显。

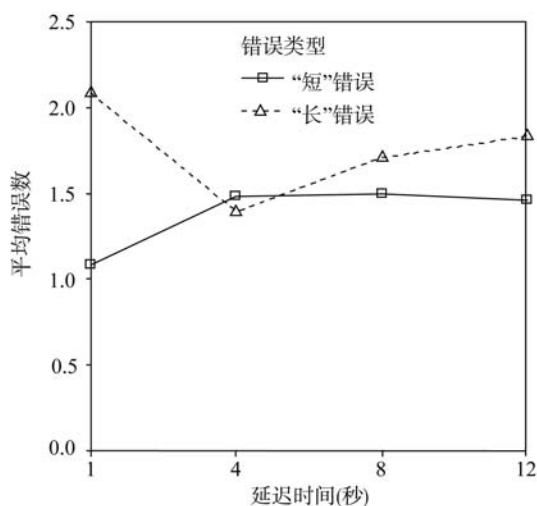


图 10 视觉条件下延迟时间和错误类型的交互作用

4 总的讨论

4.1 短时保持效应

本研究实验 1 和实验 2 除时距长度外其它实验条件都相同,结果却分别发现时间的短时保持呈现主观缩短和主观变长,在保持效应上均不存在刺激通道效应。其中,实验 1 与 Wearden 等(Wearden & Culpin, 1998; Wearden & Ferrara, 1993; Wearden, Goodson, & Foran, 2007; Wearden, Parry, & Stamp, 2002)对几百毫秒保持研究的结果一致。实验 2 首次发现 1s 以上时距的短时保持呈现主观变长,得出与 Droit-Volet 等人(2007)不同的结果,这很可能由于本研究采用的实验方法可以更敏感的探测出保持变化。总之,本研究发现 1s 以下和 1s 以上时距具有不同的短时保持趋势。

本研究中的主观缩短和主观变长显然不是指导语模糊造成的,所以不支持指导语模糊假设(Zentall, 1999, 2007)。以记忆消退为基础的主观缩短假设(Spetch & Wilkie, 1983)与主观变长相矛盾。本研究认为,相对时距假设(Spetch & Rusack, 1989, 1992)提供了解释两种保持效应的角度-“时间背景”,即整个实验中的每个时距(标准时距、标准时距—比较时距的延迟和试验间的间隔)都可能会对时距判断提供参照。然而,该假设只指出延迟对时间判断的影响,而没有说明标准时距长短的参照作用。

在本研究延迟背景一致的条件下,不同长度的标准时距分别呈现出缩短效应和变长效应,表明标准时距作为“时间背景”因素影响时距判断,即在同样的延迟背景条件下,被试判断时会感到,1s 以下(350ms~650ms)的标准时距看起来变短,而 1s 以上(1000ms~2000ms)的时距看起来变长。

为什么在相同的延迟条件下,不同长度的时距产生不同的“时间背景”效应?研究表明,毫秒和 1s 以上时距存在不同的加工机制。Lewis 和 Miall (2003a, 2003b)通过对时距加工脑成像的研究结果分析发现,毫秒的加工涉及的脑区主要有小脑、基底神经节和辅助运动皮层等;而秒以上时距的加工涉及的脑区域主要有前额叶背外侧、顶叶和颞叶等脑区。因此,不同的神经部位可能导致毫秒和秒以上时距产生不同的参照感受。

4.2 时间顺序误差效应

本研究中相继呈现标准时距和比较时距,可能存在时间顺序误差(time order error, TOE)。当被试倾向于判断第一个刺激时距比第二个刺激时距长时,是正的 TOE。相反,当倾向于判断第一个刺激时距短于第二个刺激时距时,是负的 TOE。Wearden 等人 (Wearden & Culpin, 1998; Wearden & Ferrara, 1993; Wearden, Goodson, & Foran, 2007; Wearden, Parry, & Stamp, 2002)的研究发现,几百毫秒的短时保持存在正的 TOE 效应。实验 1a(听觉呈现)中,延迟 1s 时,短试验的正确率显著大于长试验,表明存在正的 TOE。在延迟 3s 之后,长试验的正确率开始逐渐高于短试验(图 1)。因此可以推测,延迟早期存在正的 TOE 效应,但随着延迟时间的增加 TOE 效应逐渐消退。实验 1b(视觉呈现)出现与实验 1a 类似的结果。

实验 2a(听觉呈现)中,延迟 1s 时,长试验的正确率显著大于短试验;延迟 12s 时,两者之间正确率的差异不再具有显著性(图 6),表明该条件下存在负的 TOE,且随着延迟时间的增加,负的 TOE 效应可能逐渐消失。结果显示,等试验的正确率显著降低。只有主观变长才会导致等试验中的正确率显著降低,所以也同时存在主观变长效应。

实验 2b(视觉呈现)中,长试验的正确率一直显著大于短试验(图 9),表明该条件下也存在负的 TOE,但增加延迟时间似乎 TOE 效应没有显著减小。对等试验中错误数分析的结果表明可能存在负的 TOE 效应的消退。另外,等试验中的正确率呈现降低趋势但没有达到显著水平,因此实验 2 中,负

的 TOE 效应可能占优势,在一定程度上掩盖了主观变长效应。

实验 1 和实验 2 发现了不同的 TOE 效应。Wearden, Goodson 和 Foran(2007)以梯度计时模型(scalar timing model)(Gibbon, Church, & Meck, 1984)为依据对正的 TOE 效应进行了解释,认为标准时距 T 和比较时距 t 均在起搏器—累积器中进行加工。呈现 T 时时钟的开关闭合, T 结束后开关断开,累积器中的内容被转移到工作记忆中(从时钟加工转向记忆加工),但转移不是瞬间的,当延迟时间很短时, t 可能会在这个过程完成之前呈现。此时,可能会导致 t 丢失时间信息(脉冲),使 T 长于 t ,产生正的 TOE。随着延迟时间的增加,当在呈现 t 之前有足够的时间加工 T 时,这一倾向消退。基于秒时距受注意的影响而毫秒不受(Lewis & Miall, 2003a, 2003b),本研究认为,实验 2 中负的 TOE 效应是由于对 t 的注意和加工干扰了对 T 的转移过程所致,这一推测与 Hellström(1985)的回溯式干扰假设一致。

4.3 刺激类型效应

实验 1a 和实验 2a 结果都表明,听觉条件下实时距保持的正确率显著高于空时距,存在刺激类型效应,与立即估计时距的结果一致。Rammsayer 和 Lima(1991)研究表明,听觉实时距辨别的正确率高于空时距。梯度计时模型认为内部时钟机制由起搏器、开关和累积器构成,起搏器产生与物理时间相对应的脉冲数表示主观时间,起搏器发出的脉冲经过开关到累积器(Gibbon, Church, & Meck, 1984)。一种观点认为脉冲的速率越高,对时间的判断越好,所以实时距辨别的正确率高于空时距的生理学基础是由于实时距的神经发射速率更快(Evans, 1975)。另外,Church(1984)以动物研究为基础认为开关运作的模式可能不同,一些条件比另一些条件的模式复杂;而空时距的开关模式可能比实时距复杂,更复杂的模式会产生更多的误差,所以空时距加工的正确率低于实时距。因此,不同刺激类型时距之间正确率的差异可能由于起搏器的速率或开关运作的模式不同造成的。

本研究采用 DMSP 范式,发现 1s 以下(350 ms~650 ms)和 1s 以上(1000 ms~2000 ms)时距的短时保持分别呈现出主观缩短和主观变长。具体来说,前者在立即估计条件下,存在着明显的正的 TOE,但随着延迟时间的增加,TOE 效应消退而主观缩短效应很快占优势。后者负的 TOE 效应似乎一直占优

势,但仍存在主观变长效应。根据实验结果,本研究分别对解释短时保持效应的相对时距假设和现有解释 TOE 效应的梯度计时模型的结构特点进行了补充和完善。然而,时间的短时保持是一个复杂的过程,除时距长度和刺激类型外,实验方法可能也会影响时间的短时保持(Lieving, Lane, Cherek, & Tcheremissine, 2006),且这些因素之间是单独还是交互的影响还需要进一步的分析和探讨。

5 结论

本研究采用 Wearden 和 Ferrara(1993)的经典方法,分别考察了 1s 以下(350ms~650ms)和 1s 以上(1000ms~2000ms)不同类型(空、实时距)和通道(视、听)的时距短时保持效应。结果发现,不同刺激通道条件下,1s 以下时距的短时保持都呈现出主观缩短,其中视觉条件比听觉条件明显;1s 以上时距在不同刺激通道条件下都呈现出主观变长,其中听觉条件比视觉条件更明显。

参 考 文 献

- Church, R. M. (1984). Properties of the internal clock. In J. Gibbon, & L. Allan (Eds.), *Annals of the New York Academy of Sciences: Vol. 423: Timing and time perception* (pp.566–582). New York: New York Academy of Science.
- Droit-Volet, S., Wearden, J., & Delgado-Yonger, M. (2007). Short-term memory for time in children and adults: A behavioral study and a model. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97, 246–264.
- Evans, E. F. (1975). Cochlear nerve and cochlear nucleus. In W. D. Keidel, & W. D. Neff (Eds.), *Handbook of Sensory Physiology* (Vol. 5, pp.1–108). Berlin: Springer-Verlag.
- Fraisse, P. (1964). *The psychology of time*. London: Eyre and Spottiwoode.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. In J. Gibbon, & L. Allan (Eds.), *Annals of the New York Academy of Sciences: Vol. 423: Timing and time perception* (pp.52–77). New York: New York Academy of Science.
- Goldstone, S., & Lhamon, W. T. (1974). Studies of auditory-visual differences in human time judgement . I. Sounds are judged longer than lights. *Perceptual and Motor Skills*, 39, 63–82.
- Hellström, A. (1985). The time-order error and its relatives: Mirrors of cognitive processes in comparing. *Psychological Bulletin*, 97, 35–61.
- Lewis, P. A., & Miall, R. C. (2003a). Brain activation patterns during measurement of sub- and supra- second intervals. *Neuropsychology*, 41, 1583–1592.
- Lewis, P. A., & Miall, R. C. (2003b). Distinct systems for automatic and cognitively controlled time measurement: Evidence from neuroimaging. *Current Opinion in Neurobiology*, 13, 1–6.
- Lieving, L. M., Lane, S. D., Cherek, D. R., & Tcheremissine,

- O. V. (2006). Effects of delays on human performance on a temporal discrimination procedure: Evidence of a choose-short effect. *Behavioural Processes*, 71(2-3), 135–143.
- Miki, A., & Santi, A. (2001). Pigeons' timing of an arbitrary and a naturalistic auditory stimulus: tone versus cooing. *Behavioural Processes*, 53, 103–111.
- Rammsayer, T. H., & Lima, S. D. (1991). Duration discrimination of filled and empty auditory intervals: Cognitive and perceptual factors. *Perception and Psychophysics*, 50 (6), 565–574.
- Santi, A., Hornyak, S., & Miki, A. (2003). Pigeons' memory for empty and filled time intervals signaled by light. *Learning and Motivation*, 34, 282–302.
- Santi, A., Ross, L., Coppa, R., & Coyle, J. (1999). Pigeons' memory for empty time intervals marked by visual or auditory stimulus. *Animal Learning and Behavior*, 27, 190–205.
- Santi, A., Stanford, L., & Coyle, J. (1998). Pigeons' memory for event duration: Differences between visual and auditory signals. *Animal Learning and Behavior*, 26, 163–171.
- Santi, A., Weise, L., & Kuiper, D. (1995). Memory for event duration in rats. *Learning and Motivation*, 26, 83–100.
- Spetch, M. L., & Rusack, B. (1989). Pigeons' memory for event duration: intertrial interval and delay effects. *Animal Learning and Behavior*, 17, 147–156.
- Spetch, M. L., & Rusack, B. (1992). Temporal context effects in pigeons' memory for event duration. *Learning and Motivation*, 23, 117–144.
- Spetch, M. L., & Wilkie, D. M. (1983). Subjective shortening: A model of pigeons' memory for event duration. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 14–30.
- Van Rooyen, P., McMillan, N., & Santi, A. (2008). Rats' memory for event duration in delayed matching-to-sample with nonspatial comparison response alternatives. *Behavioural Processes*, 78, 1–9.
- Wearden, J. H., & Culpin, V. (1998). Exploring scalar timing theory with human subjects. In V. DeKeyser, G. d'Ydewalle, & A. Vandierendonck (Eds.), *Time and the dynamic control of behavior* (pp. 33–49). Gottingen: Hogrefe and Huber.
- Wearden, J. H., & Ferrara, A. (1993). Subjective shortening in humans' memory for stimulus duration. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46B, 163–186.
- Wearden, J. H., Goodson, G., & Foran K. (2007). Subjective shortening with filled and unfilled auditory and visual intervals in humans? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60 (12), 1616–1628.
- Wearden, J. H., Parry, A., & Stamp, L. (2002). Is subjective shortening in human memory unique to time representations? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 1–25.
- Zentall, T. R. (1999). Support for a theory of memory for event duration must distinguish between test-trial ambiguity and actual memory loss. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 72, 467–472.
- Zentall, T. R. (2007). Temporal discrimination learning by pigeons. *Behavioural Processes*, 74, 286–292.
- Zentall, T. R., & Kaiser D. H. (2005). Interval timing with gaps: gap ambiguity as an alternative to temporal decay. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31(4), 484–486.
- Zentall, T. R., Klein, E. D., & Singer, R. A. (2004). Evidence for detection of one duration sample and default responding to other duration samples by pigeons may result from an artifact of retention-test ambiguity. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 129–134.

Short-term Memory of Duration: Subjective Shortening or Lengthening

JIA Li-Na², ZHANG Zhi-Jie¹, WANG Li-Li²

(¹Department of Psychology, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050091, China)

(²School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract

Although many studies revealed a subjective shortening in the human's short-term memory of time, the conclusions remain ambiguous. The present study aimed to explore whether when the different duration (sub- and supra- second intervals) is retained in short-term memory, the duration becomes subjective shortening or lengthening as retention interval increased.

Based on the method of Wearden and Ferrara, Two experiments (Experiment 1, 2) were used to investigate the retention effect of temporal intervals from 350ms to 650ms and from 1000ms to 2000ms respectively, and each experiment included two sub-experiments which separately examined the duration retention of the auditory presentation (Experiment 1a, 2a) and that of the visual presentation (Experiment 1b, 2b). 2(stimulus type: filled duration and unfilled duration) × 4 (delay time: 1s, 4s, 8s and 12s) × 3 (trial type: short trial, equal trial and long trial) within-subject factorial design was taken separately for every sub-experiment (Experiment 1a, 2a, 1b and 2b). All participants were required to respond by pressing one of the three keys after judging whether the com-

parison was longer, shorter, or of the same duration as the standard duration.

The results of the two experiments showed that, the short-term retention of durations from 350ms to 650ms (Experiment 1) indicated subjective shortening both in auditory (Experiment 1a) and visual conditions (Experiment 1b), whereas the short-term retention of durations from 1000ms to 2000ms (Experiment 2) showed subjective lengthening both in auditory (Experiment 2a) and visual conditions (Experiment 2b), and there was neither effect of modality nor the effect of stimulus type that influenced the retention effect.

Conclusions were drawn from this study. For Experiment 1 (several hundred milliseconds), the shortening trend resulted from the interaction of shrink of the positive time order error (TOE) and the effect of subjective shortening. By contrast, for Experiment 2 (the retention of durations above 1s), the lengthening trend resulted from the interaction of shrink of the negative TOE effect and the effect of subjective lengthening. According to these results, the present study compensated and perfected the relative duration hypothesis and the partial processing feature of the scalar timing model. However, apart from duration length and stimulus type, other factors such as experimental methods are likely to affect time duration retention as well, and whether these factors are independent or interacted needs to be investigated in future research.

Key words duration; short-term memory; subjective shortening; subjective lengthening